

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:

Dae-il KIM, et al.

Application No.: New

Group Art Unit: New

Filed: September 22, 2003

Examiner: New

For: METHOD AND APPARATUS FOR PREVENTING ADJACENT TRACK ERASE IN HDD

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Korean Patent Application No(s). 2002-57325

Filed: September 19, 2002

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

The U.S. Patent and Trademark Office was officially closed on September 19, 2003 due to Hurricane Isabel. Pursuant to 37 CFR 1.6(a)(1) and MPEP 510, this day is considered to be

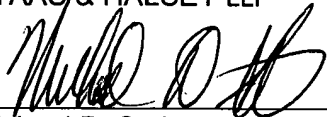
Attorney Docket No. 1293.1960

a Federal Holiday within the District of Columbia. Thus, the enclosed papers are deemed timely filed on September 22, 2003.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: 9/22/03

By:   
Michael D. Stein  
Registration No. 37,240

1201 New York Ave, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20005  
Telephone: (202) 434-1500  
Facsimile: (202) 434-1501

# 대한민국 특허청

## KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0057325  
Application Number PATENT-2002-0057325

출원년월일 : 2002년 09월 19일  
Date of Application SEP 19, 2002

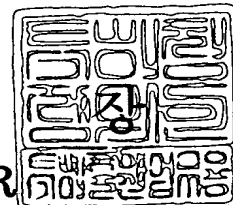
출원인 : 삼성전자 주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2002      년    10      월    11      일

특      허      청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0004
【제출일자】	2002.09.19
【국제특허분류】	G11B
【발명의 명칭】	하드디스크드라이브에서 인접트랙에 대한 오버라이트를 방지하기 위한 방법 및 그 장치
【발명의 영문명칭】	Method for preventing adjacent track erase in HDD and apparatus thereof
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김대일
【성명의 영문표기】	KIM,Dae Il
【주민등록번호】	710303-1326614
【우편번호】	405-240
【주소】	인천광역시 남동구 만수동 만수주공아파트 201동 1005호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정재명
【성명의 영문표기】	JUNG,Jae Myung
【주민등록번호】	651112-1177616
【우편번호】	442-726

**【주소】** 경기도 수원시 팔달구 영통동 벽적골 삼성아파트 926동  
1801호  
**【국적】** KR  
**【심사청구】** 청구  
**【취지】** 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정  
에 의한 출원심사 를 청구합니다. 대리인  
이영필 (인) 대리인  
이해영 (인)  
**【수수료】**  
**【기본출원료】** 20 면 29,000 원  
**【가산출원료】** 1 면 1,000 원  
**【우선권주장료】** 0 건 0 원  
**【심사청구료】** 7 항 333,000 원  
**【합계】** 363,000 원  
**【첨부서류】** 1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 자기헤드로 인한 오버라이트를 개선하는 방법 및 그 제어장치에 관한 것으로, (a) 기록(write) 명령을 전달받아 하드 디스크 드라이브의 주변온도를 측정하여 임계온도를 초과하는 지를 판별하는 단계;(b) 측정한 주변온도가 임계온도를 초과하는 경우에, 하드 디스크 드라이브의 자기헤드의 위치에 따라서 기록전류의 크기를 조절하는 단계;(c) 기록전류의 오버슈트값이 소정의 표준값을 초과하면 상기 기록전류의 오버슈트값을 조절하는 단계;(d) (b) 및 (c)단계에서 각각 조절된 전류의 크기 및 오버슈트값을 가지는 기록전류를 헤드에 인가하여 데이터를 기록하는 단계를 포함하므로, 하드 디스크 드라이브내에서 기록 인터벌(writing interval)를 가진 알고리즘을 적용함으로써, 온도 변화와 디스크의 보자력(coercivity)에 맞도록 지나친 기록자계(writing field)를 최소화 시켜 옆 트랙에 영향을 주는 ATE Effect를 감소 시킬 수 있고 여러 번 반복되는 기록 동작에 의한 TPTP 의 효과를 억제할 수 있어 헤드/디스크간의 비트에러율의 여유를 높이고 헤드와 디스크상에 발생할 수 있는 디펙 등을 최소화할 수 있다.

**【대표도】**

도 1

**【명세서】****【발명의 명칭】**

하드디스크드라이브에서 인접트랙에 대한 오버라이트를 방지하기 위한 방법 및 그 장치 {Method for preventing adjacent track erase in HDD and apparatus thereof}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 본 발명이 적용되는 하드 디스크 드라이브(100)의 구성을 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명에 따른 하드 디스크 드라이브를 제어하는 제어장치의 블록도를 나타낸다.

도 3은 종래의 인접트랙으로 오버라이트되는 현상을 방지하기 위한 흐름도를 나타낸다.

도 4는 본 발명에 따른 자기헤드로 인한 오버라이트를 개선하는 방법에 대한 흐름을 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명에 따른 기록횟수에 의한 ATE 효과를 나타내는 그래프이다.

도 6은 본 발명에 따라서 총기록횟수를 500번씩 반복한 경우와 5000번씩 반복한 경우에 대한 TTF율(time to failure rate)을 나타내는 그래프이다.

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <7> 본 발명은 데이터 저장시스템에 대한 제어분야에 관한 것으로, 특히 하드디스크드라이브에서 기록동작과 기록동작간에 시간적 인터벌을 주어 인접트랙에 대한 오버라이트를 방지하기 위한 방법 및 하드디스크드라이브 제어장치에 관한 것이다.
- <8> 도 3은 종래의 인접트랙으로 오버라이트되는 현상을 방지하기 위한 흐름도를 나타낸다.
- <9> 인접트랙으로의 오버라이트되는 ATE(adjacent track erase) 효과를 줄이기 위해서 하드 디스크 드라이브내의 ARCO(adaptive read channel optimization, 적응적 리드 채널 최적화)을 통해서 데이터 존별 또는 온도별로 기록전류를 억제하는 것이 일반적이다. 보통 제조공정에서 수백, 또는 수천의 사이드 라이팅(side writing)을 통해서 ATE를 발생하는 헤드들을 스크린한다. 일반적으로 하드디스크드라이브를 제조할 때 서보라이트 → 기능테스트 → 번-인 테스트 등의 공정을 거치게 된다. 서보라이트 공정에서는 디스크에 위치정보를 기록하게 되며, 기능테스트 공정에서는 메인터넌스 실린더의 디펙 여부와 데이터영역의 리드/라이트 가능여부를 판단한다. 그리고 번-인 테스트 공정에서는 데이터 영역의 디펙여부를 판단한다. 번-인 테스트공정에서는 하드디스크드라이브의 리드채널을 최적화하기 위한 리드채널최적화 과정도 포함되어 수행된다. 최적화 방법은 하드디스크 드라이브의 컨트롤러에서 수행된다.



<10> 종래의 인접트랙의 오버라이트를 제어하기 위한 방법은 , 호스트 컴퓨터에서 기록 명령을 수신하면(310단계), 하드 디스크 드라이브의 컨트롤러는 온도센서에서 감지한 온도(T)가 임계온도보다 높은 지의 여부를 판단한다(320단계). 여기서 임계온도는 헤드 폴팁의 수축률 및 기록매체의 보자력 등의 값을 고려하여 기록 성능이 저하되기 시작하는 온도로 결정한다. 320단계에서 임계온도이하인 경우에는, ATE에 대한 보상을 하지않고 종료하게 된다. 320단계에서 하드디스크드라이브의 온도(T)가 임계온도(Tth)보다 높은 경우에는 헤드의 위치가 데이터존의 어느 영역에 존재하는 지를 판단하고(330단계), 헤드가 미들디스크(middle disk, MD)의 위치에 위치하면 온도의 영향만을 보상함으로 기록전류의 크기 또는 오버슈트를 덜 낮추어 조절하고 헤드의 위치가 존의 내부 또는 외부(inner disk or outer disk)에 위치하면 데이터 존에 의한 영향과 온도에 의한 영향 까지 보상함으로써 기록전류의 크기 또는 오버슈트를 많이 줄여 인가하게 된다. 이와같이, 온도 변화에 따라 기록전류 또는 오버슈트에 대한 제어를 행하는 리드채널제어(RCO)를 하더라도 기록횟수의 증가에 의해, 국부적/전체적으로 인접트랙에 대한 영향을 피할 수 없다. 그리고 ATE를 제조공정에서 완전하게 제거(Screen)할 수 없다. 수만번 또는 수천번의 기록횟수는 자기디스크의 민감도에 영향을 주어 오동작의 원인이 될 수 있다. 기록 동작을 수행할 때, 자기디스크에서 Thermal Pole tip Protrusion(코일에서 발생하는 열로 인한 폴팁의 돌출현상)이 심할 경우, 헤드의 기록 실패율을 증가시킬 수 있다. 또한 국부적인 기록실패 또는 스크래치(scratch)등의 영향을 줄 수 있다(즉, 소프트한 문제를 야기시킬 수 있다). 기록폴(write pole)의 과열은 재생헤드에 영향을 주어 재생에러를 발생시키거나 수명에 영향을 줄 수 있다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

- <11> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 상기 문제점들을 해결하기 위해서 자기헤드에 인가되는 기록전류의 인가 시에 인터벌을 가지고 인가함으로써 인접트랙에 대한 오버라이트를 방지하기 위한 방법 및 하드디스크드라이브 제어장치에 관한 것이다.
- <12> 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 상기 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공하는데 있다.

**【발명의 구성 및 작용】**

- <13> 상기의 과제를 이루기 위한 본 발명에 따른 자기헤드로 인한 오버라이트를 개선하는 방법은, (a) 기록(write) 명령을 전달받아 하드 디스크 드라이브의 주변온도를 측정하여 임계온도를 초과하는 지를 판별하는 단계;(b) 상기 측정한 주변온도가 상기 임계온도를 초과하는 경우에, 상기 하드 디스크 드라이브의 자기헤드의 위치에 따라서 기록전류의 크기를 조절하는 단계;(c) 상기 기록전류의 오버슈트값이 소정의 표준값을 초과하면 상기 기록전류의 오버슈트값을 조절하는 단계;(d) 상기 (b) 및 (c)단계에서 각각 조절된 전류의 크기 및 오버슈트값을 가지는 기록전류를 헤드에 인가하여 데이터를 기록하는 단계를 포함한다.
- <14> 상기의 과제를 이루기 위한 본 발명에 따른 자기헤드로 인한 오버라이트를 개선하는 제어장치는, 기록(write) 명령을 전달받아 하드 디스크 드라이브의 주변온도를 측정하는 온도센서;상기 하드 디스크 드라이브의 주변온도 및 자기헤드의 위치에 따라서 각각 기록전류의 크기 및 기록전류의 오버슈트값을 조절하는 컨트롤러;상기 조절된 전류의

크기 및 오버슈트값을 가지는 기록전류를 상기 자기헤드에 공급하는 라이트구동부를 포함한다.

<15> 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 상세히 설명한다.

<16> 도 1은 본 발명이 적용되는 하드 디스크 드라이브(100)의 구성을 나타내는 도면이다.

<17> 하드 디스크 드라이브(100)는 스피들 모터(114)에 의하여 회전되는 적어도 하나의 디스크(112)를 포함하고 있다. 하드 디스크 드라이브(100)는 디스크(112)의 표면에 인접되게 위치한 변환기(도면에 미도시)를 또한 포함하고 있다.

<18> 변환기는 디스크(112)의 표면에 형성된 자계를 감지하거나 디스크의 표면을 자화시킴으로써 회전하는 디스크(112)로부터 정보를 읽거나 기록할 수 있다. 비록 단일의 변환기로 설명되어 있지만, 이는 디스크(112)를 자화시키기 위한 기록용 변환기와 디스크(112)의 자계를 감지하기 위한 분리된 읽기용 변환기로 이루어져 있다고 이해되어야 한다.

<19> 변환기는 헤드(120)에 통합되어 질 수 있다. 헤드(120)는 변환기와 디스크(112)의 표면사이에 공기 베어링(air bearing)을 생성시키는 구조로 되어 있다. 헤드(120)는 헤드 스택 어셈블리(HSA; head stack assembly, 122)에 결합되어 있다. 헤드 스택 어셈블리(122)는 보이스 코일(126)을 갖는 액츄에이터 암(124)에 부착되어 있다. 보이스 코일(126)은 보이스 코일 모터(VCM; voice coil motor, 130)를 특정하는(지지하는) 마그네틱 어셈블리(128)에 인접되게 위치하고 있다. 보이스 코일(126)에 공급되는 전류는 베어링

어셈블리(132)에 대하여 액츄에이터 암(124)을 회전시키는 토오크를 발생시킨다. 액츄에이터 암(124)의 회전은 디스크(112)의 표면을 가로질러 변환기를 이동시킬 것이다.

<20> 정보는 디스크(112)의 환상 트랙 내에 저장된다. 일반적으로 디스크(112)는 사용자 데이터가 기록되는 데이터존(data zone), 드라이브를 사용하지 않을 경우에 헤드가 위치하는 파킹존(parking zone) 및 메인테넌스 실린더로 구성된다. 도 2에 도시된 바와 같이 각 트랙(134)은 일반적으로 복수의 섹터를 포함하고 있다. 각 섹터는 데이터 필드(data field)와 식별 필드(identification field, ID필드)를 포함하는 데이터섹터와 서보정보를 포함하는 서보섹터로 구성되어 있으며, 각 데이터섹터 사이에는 인터 섹터 갭(ISG, inter sector gap) 영역이 존재한다. 데이터필드에는 디지털 데이터가 기록되고 식별 필드는 섹터 및 트랙(실린더)을 식별하기 위한 정보를 포함하고 있다. 서보섹터에 기록되는 서보정보는 프리앰블(preamble), 서보 어드레스 마크(servo address mark, SAM), 그레이코드(gray code), 버스트(burst) 및 패드(PAD)로 구성된다. 프리앰블은 서보정보를 리드할 때 클럭동기를 제공하는 동시에 서보섹터앞의 갭을 제공하여 서보섹터임을 표시하는 것으로 서보동기(servo sync)라고 표기하기도 한다. SAM은 서보의 시작을 알려 뒤이어지는 그레이코드를 읽기 위한 동기를 제공하여 서보제어에 관련된 타이밍 펄스의 생성을 위한 기준점을 제공한다. 그레이코드는 각 트랙에 대한 트랙번호를 제공한다. 버스트는 트랙탐색 및 트랙추종을 위해서 필요한 위치에러신호(position error signal, PES)를 제공한다. PAD는 서보섹터에서 데이터섹터로의 트랜지션 마진(transition margin)을 제공한다. 변환기는 다른 트랙에 있는 정보를 읽거나 기록하기 위하여 디스크(112)의 표면을 가로질러 이동된다.

<21> 도 2는 본 발명에 따른 하드 디스크 드라이브(100)를 제어하는 제어장치(140)의 블록도를 나타낸다.

<22> 제어장치(140)는 리드/라이트(R/W) 채널 회로(145) 및 리드 프리앰프 & 라이트 드라이버 회로(46)에 의하여 헤드(120)에 결합된 콘트롤러(141)를 포함하고 있다. 콘트롤러(141)는 디지털 신호 프로세서(DSP : Digital Signal Processor), 마이크로프로세서, 마이크로콘트롤러 등이 된다. 콘트롤러(141)는 디스크(112)로부터 데이터를 리드하거나 또는 디스크(112)에 데이터를 기록하기 위하여 리드/라이트 채널(145)로 제어신호를 공급하며, 특히 온도센서(144)에서 감지한 온도가 임계온도 미만의 이라면, 자기헤드(120)가 디스크(112)의 데이터영역(data zone)에서 어느 위치에 있는지를 판단하여 정상상태에서의 기록전류의 크기 또는 과동상태에서의 기록전류의 오버슈트(overshoot)값을 제어하고 기록하는 동작을 소정의 인터벌을 두고 디스크(112)에 데이터를 기록하게 되도록 제어한다. 정보는 전형적으로 R/W 채널(145)로부터 호스트 인터페이스 회로(147)로 전송된다. 호스트 인터페이스 회로(147)는 퍼스널 컴퓨터와 같은 시스템에 인터페이스하기 위하여 디스크 드라이브를 허용하는 제어 회로를 포함하고 있다.

<23> R/W 채널 회로(145)는 재생 모드에서는 헤드(120)로부터 읽혀져 리드 프리앰프 회로(146)에서 증폭된 아날로그 신호를 호스트 컴퓨터(도면에 미도시)가 판독할 수 있는 디지털 신호로 변조시켜 호스트 인터페이스 회로(147)로 출력하고, 호스트 컴퓨터로부터 사용자 데이터를 호스트 인터페이스 회로(147)를 통하여 수신하여 디스크에 기록할 수 있도록 기록 전류로 변환시켜 라이트 드라이버 회로(416)로 출력시키도록 신호처리를 실행한다.

- <24>        컨트롤러(141)는 보이스 코일(126)에 구동 전류를 공급하는 VCM 구동 회로(148)에 또한 결합되어 있다. 컨트롤러(141)는 VCM의 여기 및 변환기의 움직임을 제어하기 위하여 구동 회로(148)로 제어신호를 공급한다.
- <25>        컨트롤러(141)는 읽기 전용 메모리(ROM : Read Only Memory) 또는 플래쉬 메모리 소자(142-1)와 같은 비휘발성 메모리 및 랜덤 액세스 메모리(RAM : Random Access Memory) 소자(142-3)에 결합되어 있다. 메모리 소자(142-1, 142-3)는 소프트웨어 루틴을 실행시키기 위하여 컨트롤러(141)에 의하여 사용되어지는 명령어 및 데이터를 포함하고 있다.
- <26>        소프트웨어 루틴의 하나로서 한 트랙에서 다른 트랙으로 변환기를 이동시키는 시크 루틴(seek routine) 및 트랙 내에서 목표 섹터를 찾아내는 추종 루틴(following routine)이 있다. 시크 루틴은 변환기를 정확한 트랙으로 이동시키는 것을 보증하기 위한 서보 제어 루틴을 포함하고 있다.
- <27>        또한, 메모리 소자(142-1, 142-3)에는 온도에 따라서 기록전류의 크기 및 기록전류의 오버슈트값을 제어할 수 있는 프로그램이 저장되어 있고 임계온도값이 저장되어 있다. 이에 따라서, 컨트롤러(141)는 전원이 공급된 상태에서, 온도 센서(144)에서 감지된 온도가 임계온도 미만으로 판독되는 경우에, 자기헤드의 위치를 판단하여 기록류에 대한 정상상태값과 과도상태값을 제어하도록 한다. 여기에서, 임계온도는 헤드 폴 팁의 수축률 및 기록매체의 보자력 등의 값을 고려하여 기록 성능이 저하되기 시작하는 온도로 결정한다. 버퍼메모리(143)는 호스트컴퓨터로부터의 기록명령이 내려지면, 기록할 데이터를 제1버퍼메모리(143-1)에 저장한다. 제2버퍼메모리(143-3)에는 디스크(112)로부터 재생한 데이터를 임시 저장하는 장소이다.

- <28> 도 4는 본 발명에 따른 자기헤드로 인한 오버라이트를 개선하는 방법에 대한 흐름을 나타내는 도면이다.
- <29> 하드 디스크 드라이브(100)가 호스트컴퓨터로부터 기록(write) 명령을 수신(410단계)하면, 제1버퍼메모리(143-1)에 기록할 데이터가 저장된다. 온도센서(144)는 콘트롤러(141)는 제어신호에 의해서 하드 디스크 드라이브(100)의 온도를 감지한다(420단계). 온도센서(144)로부터 전달받은 측정된 온도(T)가 임계온도(Tth)를 초과하는 지를 판별한다(430단계). 430단계에서 측정된 온도(T)가 임계온도(Tth)를 초과하는 경우에 콘트롤러(141)는 기록전류의 정상상태값의 크기를 줄여 출력하도록 제어한다(440단계). 430단계에서, 임계온도이하이면 기록전류의 정상상태값은 초기에 설정된 값으로 헤드(120)에 인가된다. 또한 기록전류의 정상상태값이외에 기록전류의 과도상태의 오버슈트값도 thermal pole tip protrusion(TPTP)에 영향을 주기 때문에 기록전류의 오버슈트값(OS)이 임계오버슈트값(OSTh)을 초과하는 지를 판별한다(450단계). 여기서, 임계오버슈트값은 각 온도별 또는 기록전류의 정상상태값에 따라서 실험적으로 구한값으로 정의한다. 450단계에서 오버슈트값이 임계오버슈트값보을 초과하는 경우에는 기록전류의 오버슈트값을 조절한다. 콘트롤러(141)에서 제어신호를 수신하여 기록전류의 오버슈트를 조절하는 다양한 전류 제동 회로가 공지되어 있는 데, 제동저항을 기록헤드에 병렬로 연결하여 그 제동저항을 제어함으로써 오버슈트를 제어할 수 있다.
- <30> 기록전류의 정상상태값 및 과도상태의 오버슈트값이 조절되면 그 조절된 기록전류를 기록헤드에 인가하여 기록동작을 수행하게 되는데, 예를 들어 N회의 기록동작이 디스크(112)의 데이터영역에 수행된다면, 1회 반복횟수를 M회씩 하여 N회 기록하게 된다. 여

기서, N 및 M은 1이상의 자연수이고 최적의 반복횟수 M은 실험적으로 구할 수 있고 이에 대한 상세한 설명은 도 6에서 자세히 설명한다.

<31> 도 5는 본 발명에 따른 기록횟수에 의한 ATE(adjacent track erase) 효과를 나타내는 그래프이다.

<32> 도 5는 인접트랙에 대한 오버라이트의 인해서 온 트랙 데이터(on track data)가 저하(degradation)되는 ATE(adjacent track erase)효과를 개선하고자 기본적인 개념인 주울의 법칙(Joule's law)에 의한 Heating 효과를 반대로 해석하여 냉각시간(cooling time)을 증가시킴에 따라 ATE 효과를 하드 디스크 드라이브 내에서 최적화하는 것을 목적으로 한다. 우선 주울의 법칙에 의해,  $Q = I^2 * R * t$ 이고 I는 전류, R은 저항 및 t는 시간을 각각 나타낸다. 도 5의 그래프에서 OD는 outter disk, ID는 inner disk 및 MD는 middle disk를 각각 나타낸다. 그리고 도 5에서 그래프는 반복횟수에서 측정한 비트에러율에 대한 점들을  $y=0.28\ln(x)-5.9405$ 에 의해서 그린 것이다.

<33> 따라서, 헤드(120)가 디스크(112)상에 기록동작을 수행할 때, 헤드(120)의 기록코일(write coil)에는 기록전류가 인가되며, 따라서 주울열이 발생되며, 기록코일은 팽창하게 되고 발열량이 증가한다, 즉, 기록전류는 시간, 코일의 단면적 또는 코일의 재료의 특성에 따라서 달라진다. 그런데, 하드 디스크 드라이브에서 인접트랙(adjacent track)에 의한 효과는 기록전류의 정상상태 값, 기록전류의 오버슈트 값, 온도 또는 헤드의 기하학적 특성에 의해 영향도가 달라지게 된다.

<34> 도 5의 그래프는 ATE의 전형적인 형태와 특징만을 보인 것이다. 여기서 보면, 헤드의 위치와 온도, 기록전류의 정상상태 값, 기록전류의 오버슈트 값의 증가 및 기록횟수(write count)에 의해 증가됨을 볼 수 있다. 즉 ATE에 의한 효과를 하드디스크 드라이브



내에서 줄이려는 본 발명에서는, Joule의 발열량에 반하여 기록횟수를 줄임으로써 냉각 효과(cooling effect)를 가져온다. 즉, 기록횟수를 줄여 헤드의 기록코일이 발열 팽창하는 TPTP(Thermal Pole Tip Protrusion)을 제한하며, 순간적으로 이러한 효과를 최소화하는 cooling Sensor system을 Algorithm화하여 보다 효과적인 기록동작을 하게 한다.

<35> 도 6은 본 발명에 따라서 기록하는 동작을 행할 때, 총기록횟수를 500번씩 반복한 경우와 5000번씩 반복한 경우에 대한 TTF율(time to failure rate)을 나타내는 그래프이다.

<36> 도 6은 사용자조건에서 [%]단위의 불량 율의 카운트(count)비교로 개선할 수 있다. 결과는 최적화 작업을 하지 않고 단순히 500번과 5000번을 총 20000번 기록 시에, 온도별로 ATE에 의한 실패율(failure rate) 및 비트에러율의 강하(bit error rate drop)을 나타낸다. 상기의 그래프에서 볼 수 있듯이, 비트에러율이 포화되는 점은 500번과 5000번에서 차이가 심하게 나타나 보이지 않고 포화된다. 총 기록횟수는 20000번으로 동일하지만 ATE에 의한 국부적인 Bit Corruption이 일어나는 임계점은 반복회수에 의해 심하게 달라진다는 결론을 얻을 수 있으며, 실험 결과에서도 냉각효과(cooling effect)가 가미된 500번 반복(iteration)을 갖는 시료는 5000번 반복에 비해서 20[%] 정도의 향상을 보인다.

<37> 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 하드디스크, 플로피디스크, 플래쉬 메모리, 광데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷

을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 저장되고 실행될 수 있다.

#### 【발명의 효과】

<38>       이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 의하면, 자기헤드의 주울열에 의해서 발생하는 히팅(heating)으로 인한 ATE 효과(adjacent track erase effect)에 의한 데이터의 기록시의 불량율을 줄일 수 있다. 또한 기록전류의 정상상태 값이 기록정류의 크기 및 과도상태의 오버슈트 값을 줄임으로 인해, 헤드/디스크의 비트에러율 (bit error rate)에 대한 여유를 높일 수 있다. 그리고 Thermal Pole Tip Protrusion의 성능을 개선하고 헤드의 수명 개선 및 디펙율(defect rate)을 향상시킬 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

(a) 기록(write) 명령을 전달받아 하드 디스크 드라이브의 주변온도를 측정하여 임계온도를 초과하는 지를 판별하는 단계;

(b) 상기 측정한 주변온도가 상기 임계온도를 초과하는 경우에, 상기 하드 디스크 드라이브의 자기헤드의 위치에 따라서 기록전류의 크기를 조절하는 단계;

(c) 상기 기록전류의 오버슈트 값이 소정의 표준값을 초과하면 상기 기록전류의 오버슈트값을 조절하는 단계; 및

(d) 상기 (b) 및 (c)단계에서 각각 조절된 전류의 크기 및 오버슈트 값을 가지는 기록전류를 헤드에 인가하여 데이터를 기록하는 단계를 특징으로 하는 자기헤드로 인한 오버라이트를 개선하는 방법.

**【청구항 2】**

제 1항에 있어서, 상기 (b)단계는

상기 자기헤드가 자기디스크상의 위치에 따라서 상기 기록전류의 크기를 조절하는 것을 특징으로 하는 자기헤드로 인한 오버라이트를 개선하는 방법.

**【청구항 3】**

제 1항에 있어서, 상기 (c)단계에서,

상기 오버슈트값에 대한 표준값은 상기 자기헤드의 특성, 상기 하드 디스크 드라이브의 주변온도 및 에러비트율에 따라서 표준화되는 것을 특징으로 하는 자기헤드로 인한 오버라이트를 개선하는 방법.

**【청구항 4】**

제 1항에 있어서, 상기 (d)단계는

상기 기록전류가 인가된 자기헤드에 의해서 자기디스크에 N번의 기록동작을 M회 반복하여 기록하고, 여기서 N 및 M은 1이상의 자연수인 것을 특징으로 하는 자기헤드로 인한 오버라이트를 개선하는 방법.

**【청구항 5】**

기록(write) 명령을 전달받아 하드 디스크 드라이브의 주변온도를 측정하는 온도센서;

상기 하드 디스크 드라이브의 주변온도 및 자기헤드의 위치에 따라서 각각 기록전류의 크기 및 기록전류의 오버슈트값을 조절하는 컨트롤러;

상기 조절된 전류의 크기 및 오버슈트값을 가지는 기록전류를 상기 자기헤드에 공급하는 라이트구동부를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기헤드로 인한 오버라이트를 개선하는 하드디스크드라이브의 제어장치.

**【청구항 6】**

제 5항에 있어서, 상기 컨트롤러는

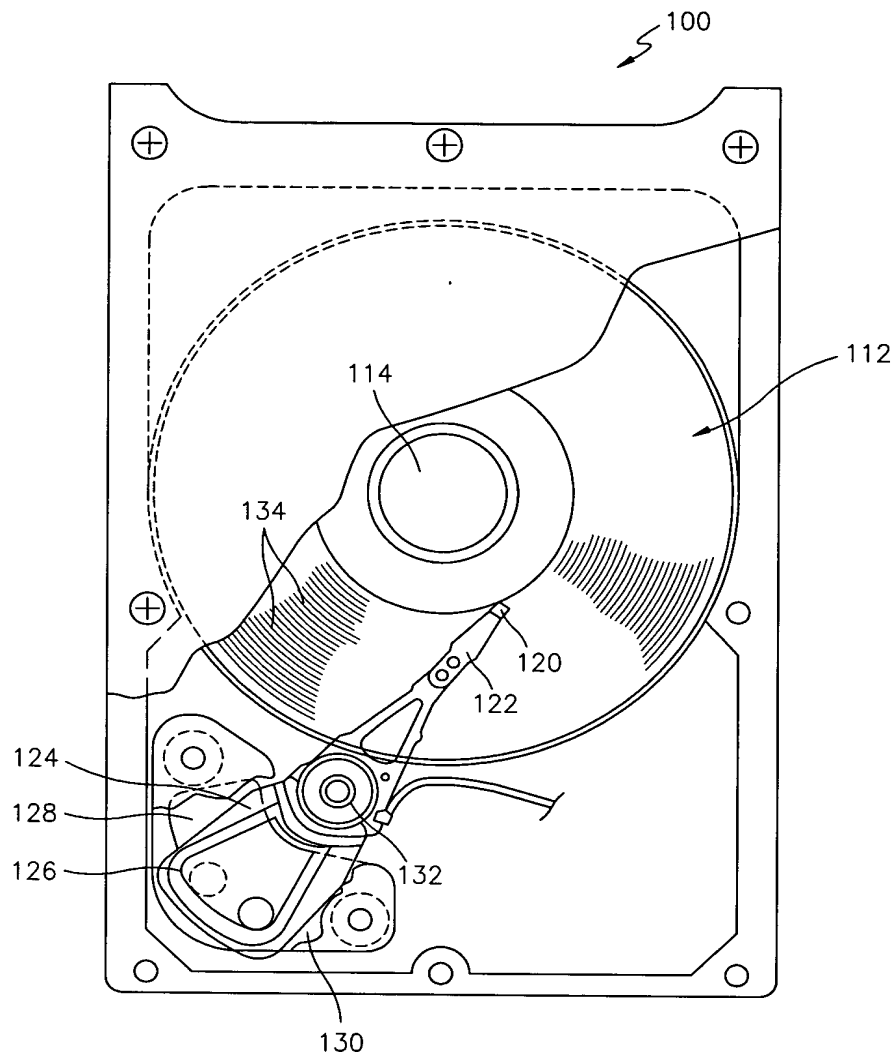
상기 조절된 기록전류가 인가된 자기헤드에 의해서 N회의 기록동작을 M회 반복하여 기록하고, 여기서 N 및 M은 1이상의 자연수인 것을 특징으로 하는 자기헤드로 인한 오버라이트를 개선하는 하드디스크드라이브의 제어장치.

【청구항 7】

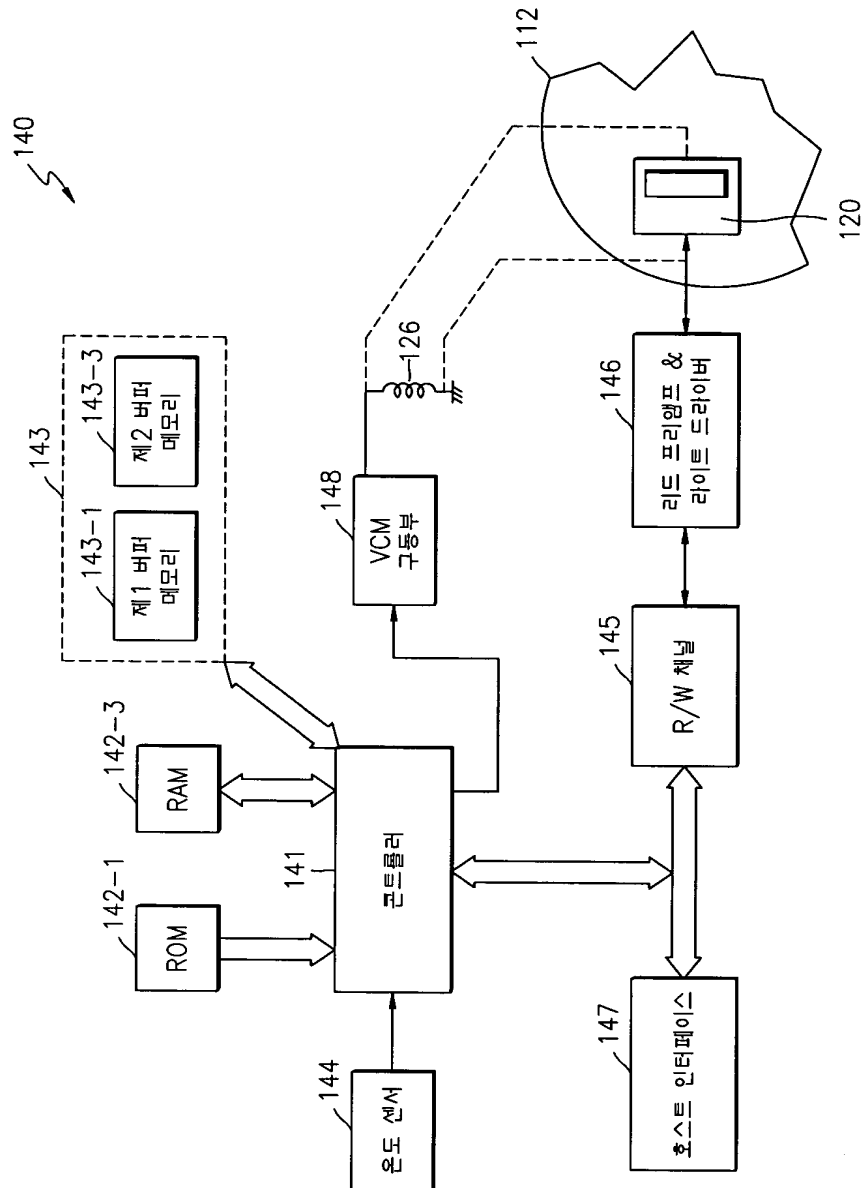
제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.

【도면】

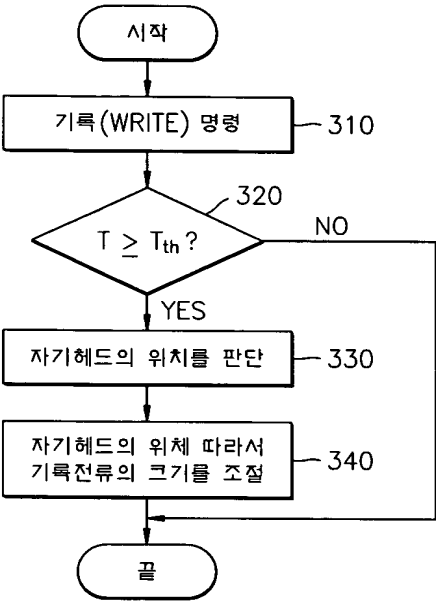
【도 1】



【도 2】

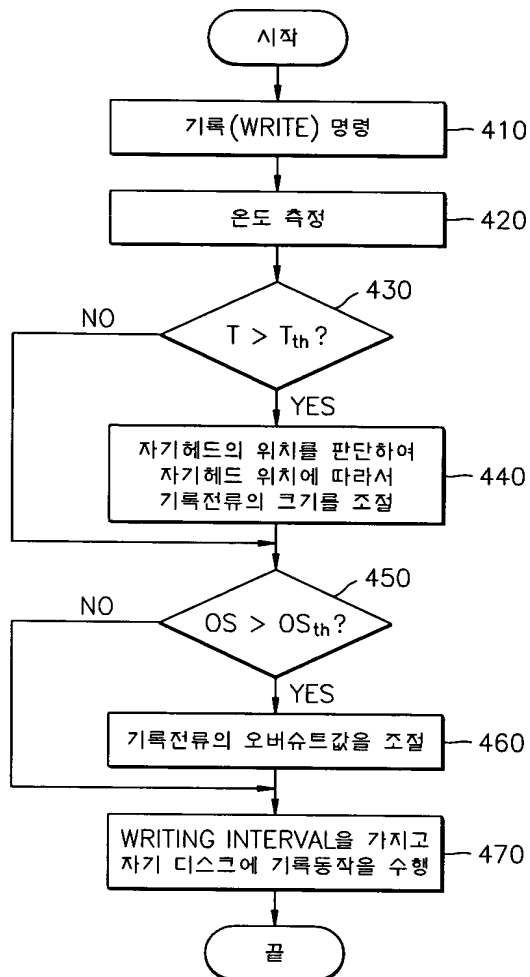


【도 3】





【도 4】



【도 5】

